

ИЗУЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОДИКИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.Х. БАЛАЕВ¹, М.В. БУРКОВ^{1,2}

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: vahal@tpu.ru

В настоящее время композиционные материалы (КМ) на полимерных и металлических матрицах обретают всё более обширное применение в разных отраслях промышленности в качестве конструкционных материалов [1]. Одним из наиболее актуальных направлений исследований в сфере НК, привлекающих большое число инженеров и исследователей, является концепция Structural Health Monitoring (SHM). Концепция подразумевает внедрение в конструкцию комплекса чувствительных элементов, регистрацию информации на протяжении всей эксплуатации с последующим анализом с помощью программных средств для своевременного обнаружения ударных повреждений и ремонта. Материал, на котором проводились эксперименты – углепластиковая сотовая панель, рисунок 1.

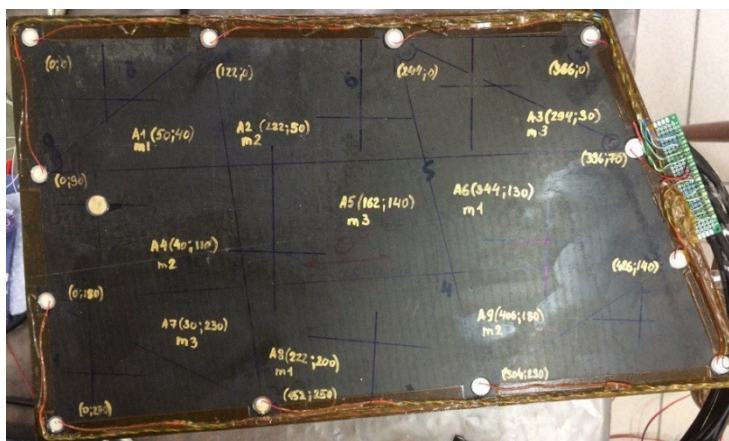


Рисунок 1 – Углепластиковая сотовая панель

В ходе подготовки к эксперименту на исследуемую панель наносились ударные повреждения с помощью ударника массой 4 кг, ударные повреждения необходимо наносить с относительной энергией 2,5 Дж/мм [2]. С учетом толщины обшивки исследуемого объекта были выбраны энергии ударного нагружения: $E=3$ Дж (номинальная энергия); $E=1$ Дж (меньшего повреждения); $E=2$ Дж (пониженная энергия); $E=4$ Дж (повышенная энергия); $E=5$ Дж (повышенная энергия). Данный ряд позволяет провести исследование чувствительности ультразвуковой методики к дефектам различного размера.

Для проведения исследований было разработано программное обеспечение для управления генератором и осциллографом [3], формирования и записи необходимых сигналов. Чтобы получить результаты по ультразвуковой методике сначала проводилась проверка замкнутой цепи, состоящей из пьезодатчиков (1 датчик является генератором, 11 других приёмниками), затем проводим эксперимент меняя генератор с 1 по 12 и на выходе получаем 144 результата при одной частоте (3 частоты: 50; 100; 200 (кГц)). После записи сигналов для одного дефектного состояния, удар наносили в следующую точку и процесс по записи серий сигналов (и нахождению нового дефекта) повторяется. По окончании сбора данных, полученные результаты обрабатываются в ПО.

Экспериментальная часть работы заключалась в нахождении ударных повреждений в углепластиковой сотовой панели методом ультразвукового контроля по амплитуде dA и энергии dP . Далее представлены результаты эксперимента.

На рисунке 2 представлена схема определения местоположения дефекта, полученного ударным нагружением с энергией 5 Дж. Координаты удара: X=187 мм; Y=177 мм.

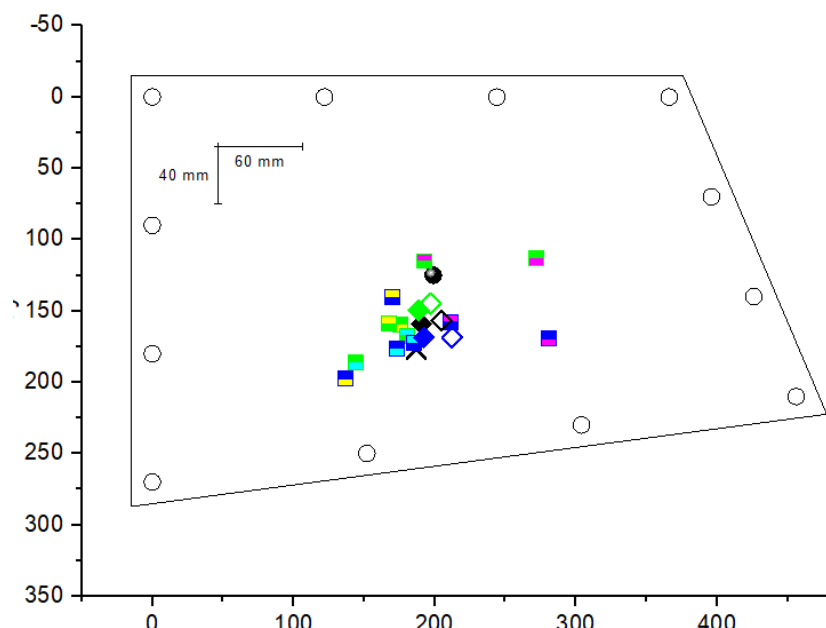


Рисунок 2 - Определение местоположения ударного дефекта энергией 5 Дж

Таким образом проведена диагностика состояния углепластиковой сотовой панели с нанесёнными на ней ударными дефектами с энергией 1-5 Дж. Анализ полученных результатов показал, чем больше энергия с которой был создан дефект, тем точнее определение места расположения дефекта, рассчитанного с помощью ультразвуковой методики. Заметность дефекта зависит от энергии, с которой был нанесён удар, таким образом, чем меньше энергия удара, тем дефект менее заметен и ниже точность обнаружения локации дефекта. Расчёт производился по двум параметрам: по амплитуде и по энергии. Для углепластиковой сотовой панели размером 300x400 мм точность обнаружения дефектов по результатам анализа изменений амплитуды проходящих сигналов составляет 20-40 мм, а по изменению энергии – 20-90 мм. Индекс поврежденности достаточно хорошо определяется и по амплитуде, и по энергии и позволяет оценить критичность повреждения, которая напрямую зависит от энергии удара.

Список литературы

1. Троицкий В. А., Карманов М. Н., Троицкая Н. В. ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ Научная статья” Неразрушающий контроль качества композиционных материалов”, техническая диагностика и неразрушающий контроль, №3, 2014
http://www.usndt.com.ua/documents/Troitskiy_publications/Troitskiy_tdnk2014_03.pdf
2. Mikhail Burkov, Lyubutin Pavel, Byakov Anton and Panin Sergey. Detecting Barely Visible Impact Damages of Honeycomb and Laminate CFRP Using Digital Shearography // AIP Conference Proceedings 1909, (2017), 020022. 10.1063/1.5013703
3. TiePie engineering. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tiepie.com/en/products/Oscilloscopes/Handyscope_HS4/Key_specifications, свободный. (Дата обращения 20.05.2016).